

Stanowisko Sekcji Pediatricznej Polskiego Towarzystwa Anestezjologii i Intensywnej Terapii w sprawie znieczulenia ogólnego dzieci do 3. roku życia

The consensus statement of the Paediatric Section of the Polish Society of Anaesthesiology and Intensive Therapy on general anaesthesia in children under 3 years of age

Małgorzata Manowska¹, Alicja Bartkowska-Śniatkowska², Marzena Zielińska³, Krzysztof Kobylarz⁴, Andrzej Piotrowski⁵, Wojciech Walas⁶, Bogumiła Wołoszczuk-Gębicka⁷

¹Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Instytut-Pomnik Centrum Zdrowia Dziecka w Warszawie

²Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii Pediatricznej, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

³Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii Dziecięcej, Uniwersytecki Szpital Kliniczny we Wrocławiu

⁴Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Uniwersytecki Szpital Dziecięcy Kraków-Prokocim

⁵Oddział Kliniczny Intensywnej Terapii i Anestezjologii, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

⁶Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii Dzieci i Noworodków, Publiczny Samodzielny Zakład Opieki Zdrowotnej, Wojewódzkie Centrum Medyczne w Opolu

⁷Oddział Anestezjologii, Intensywnej Terapii i Opieki POOP, Samodzielny Publiczny Dziecięcy Szpital Kliniczny w Warszawie

Znieczulenie małego dziecka, a zwłaszcza noworodka czy niemowlęcia, stanowi dla anestezjologa wyzwanie. O randze tego zagadnienia świadczy wiele dokumentów opublikowanych zarówno przez *European Society of Anaesthesiology* (ESA), jak i Polskie Towarzystwo Anestezjologii i Intensywnej Terapii (PTAiIT). Są to między innymi „Deklaracja Helsińska o Bezpieczeństwie Pacjenta w Anestezjologii” (DeHeBePA) z 2010 roku czy „Wytyczne bezpiecznego znieczulenia dzieci Rady Konsultacyjnej Polskiego Towarzystwa Anestezjologii i Intensywnej Terapii ds. Jakości i Bezpieczeństwa Znieczulenia” [1].

Problem bezpiecznego znieczulenia dzieci od zawsze budzi emocje, tym większe im młodszego chorego dotyczy. Im dziecko jest młodsze, tym większe są, w porównaniu z osobą dorosłą, różnice w budowie i fizjologii jego organizmu. Różne są także farmakokinetyka i farmakodynamika leków stosowanych podczas znieczulenia. Odpowiednia

ocena stanu zdrowia dziecka oraz prawidłowe przygotowanie do znieczulenia mogą istotnie wpływać na liczbę powikłań, a niewystarczająca i niewłaściwa kwalifikacja może być źródłem wielu zagrożeń. Małe dzieci stanowią grupę chorych, u których znacznie częściej może wystąpić niewydolność układu krążenia i układu oddechowego. Konsekwencje tych zaburzeń są tym poważniejsze im młodsze jest dziecko — następstwem hipoksji i hipotensji mogą być między innymi uszkodzenie nerek lub wątroby, a nawet niedotlenienie ośrodkowego układu nerwowego (OUN). Zaburzenia krążenia i oddechu pojawiają się częściej przy innych współistniejących chorobach oraz wadach wrodzonych. W grupie dzieci w wieku do 3 lat, liczba powikłań i zdarzeń niepożądanych związanych z zaburzeniami oddechowymi wynosi 17,8%, a 1 na 200 dzieci poddanych sedacji wymaga przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych i wspomaganie wentylacji [2–5].

Należy cytować angielską wersję artykułu:

Manowska M, Bartkowska-Śniatkowska A, Zielińska M, et al.: The consensus statement of the Paediatric Section of the Polish Society of Anaesthesiology and Intensive Therapy on general anaesthesia in children under 3 years of age. *Anaesthesiol Intensive Ther* 2013; 45: 119–133.

Znajomość zdefiniowanych czynników ryzyka znieczulenia małego dziecka, zbadanie go przed planowanym znieczuleniem i właściwe przygotowanie do znieczulenia, zdecydowanie zapobiegają lub ograniczają częstość występowania powikłań.

Bezpieczeństwo małego dziecka podczas jego znieczulenia zależy zarówno od odpowiednio przygotowanego stanowiska znieczulenia, jak i od wiedzy oraz doświadczenia całego zespołu anestezjologicznego biorącego udział w procedurze znieczulenia.

BEZPIECZEŃSTWO ZNIECZULENIA

Najmłodszym pacjentem, jaki może trafić na stół operacyjny, jest noworodek, czyli dziecko w pierwszych 4 tygodniach życia, a szczególną grupę stanowią noworodki urodzone przedwcześnie. Z punktu widzenia anestezjologa dziecko, którego wiek postkonceptualny nie przekroczył 46. tygodnia, powinno być traktowane jak noworodek [6–8].

Różnice w funkcjonowaniu organizmu najmłodszych dzieci bezpośrednio wpływają na przebieg znieczulenia i wymagają rzetelnej znajomości anatomii i fizjologii dziecka do 3. roku życia, a zwłaszcza różnic w budowie układu oddechowego i krążenia, które są istotne u noworodków i niemowląt w porównaniu z dzieckiem w wieku przedszkolnym.

Te odmienności stanowią także przyczynę specyficznych wymagań dotyczących wyposażenia sali operacyjnej, stanowiska do znieczulenia, a także organizacji pracy bloku operacyjnego, na którym takie dzieci są operowane.

Odmienności anatomiczne i fizjologiczne w okresie noworodkowym i niemowlęcym przedstawiono w tabeli 1, a charakterystykę anatomiczną i fizjologiczną dzieci w wieku 1–3 lat — w tabeli 2.

WYPOSAŻENIE SALI OPERACYJNEJ

Istotne jest, aby sala operacyjna miała zapewnioną możliwość regulacji temperatury od poziomu 19–24°C, zwykle $\pm 2^\circ\text{C}$ w stosunku do zaplanowanej. Należy pamiętać, że temperatura sali operacyjnej powinna być dostosowana do wieku chorego i rodzaju planowanej operacji. Wyższa temperatura sali obowiązuje, kiedy znieczulany jest noworodek (temperatura neutralna dla urodzonego o czasie noworodka wynosi około 33°C, a dla wcześniaka około 36°C), a niższa, jeżeli planowana jest operacja korekcji wady serca w krążeniu pozaustrojowym.

URZĄDZENIA UMOŻLIWIAJĄCE UTRZYMANIE NORMOTERMII U OPEROWANEGO DZIECKA:

- inkubator operacyjny z systemem lamp grzewczych,
- materacyk elektryczny wodny,
- urządzenie podgrzewające dziecko za pomocą ciepłego powietrza,

- okrycie głowy chroniące przed utratą ciepła przez głowę,
- folie termoizolacyjne,
- systemy podgrzewające płyny infuzyjne,
- nawilżacz i ogrzewacz gazów oddechowych, w tym gazów anestetycznych.

Komfort cieplny dziecka zapewniają także:

- unikanie utraty ciepła przez przewodzenie — poprzez minimalizację jego kontaktu z chłodnymi elementami wyposażenia,
- zmniejszenie strat ciepła przez parowanie — poprzez ograniczenie do minimum powierzchni ciała poddawanych myciu czy dezynfekcji,
- zapobieganie utracie ciepła przez konwekcję — poprzez ograniczenie ruchu chłodnego powietrza wokół chorego.

Należy także zwrócić uwagę na wrażliwość skóry noworodków, a zwłaszcza wcześniaków, na oparzenia. Dlatego niedozwolone jest stosowanie jakichkolwiek sposobów bezpośredniego ogrzewania dziecka, które nie dają możliwości kontroli temperatury [11, 14, 15].

WYPOSAŻENIE STANOWISKA ZNIECZULENIA:

1. Wyposażenie stanowiska znieczulenia powinno być zgodne z rozporządzeniem Ministra Zdrowia oraz zawierać elementy uwzględniające specyfikę znieczulenia małego dziecka, w tym między innymi:
 - zestaw do trudnej intubacji,
 - urządzenie typu *quick-trach* do ratunkowej konikotomii,
 - pompy infuzyjne strzykawkowe w liczbie co najmniej 3 sztuk [16].
2. Aparat do znieczulenia powinien być wyposażony w następujące elementy:
 - respirator umożliwiający wentylację dziecka o parametrach dostosowanych do masy ciała i wieku dziecka,
 - nawilżacz i ogrzewacz gazów oddechowych,
 - układ okrężny z odpowiednio małą średnicą rur,
 - systemy półotwarte Kuhna lub Reesa,
 - parowniki anestetyków wziewnych,
 - ssak.
3. Systemy monitorujące dostosowane do wieku i masy ciała chorego, pozwalające na monitorowanie następujących parametrów:
 - częstości akcji serca,
 - zapisu EKG (muszą być dostępne elektrody przeznaczone dla noworodka),
 - wysycenia tlenem hemoglobiny krwi tętniczej (pulsoksymetr musi być wyposażony w opaski lub klipsy przeznaczone do pomiaru saturacji u noworodka i niemowlęcia),

Tabela 1. Odmienności anatomiczne i fizjologiczne w okresie noworodkowym i niemowlęcym [9–14]

Cechy noworodków i niemowląt	Skutki kliniczne i implikacje praktyczne
Duża głowa z wystającą potylicą, osadzona na krótkiej, wiotkiej szyi	Powoduje przygięcie głowy do klatki piersiowej upośledzające drożność górnych dróg oddechowych → konieczny waleczek pod łopatkami w pozycji na plecach
Nos — słabo rozwinięte ciała jamiste w błonie śluzowej	Powoduje niedostateczne ogrzewanie i nawilżanie wdychanego powietrza powoduje drażnienie błony śluzowej, zwiększoną sekrecją śluzu, nadreaktywność oskrzeli → konieczne ogrzewanie i nawilżanie gazów oddechowych
Nos — wąskie i długie nozdrza Noworodki oddychają wyłącznie przez nos	Uspობabiają do niedrożności, bezdechów obturacyjnych i innych zaburzeń oddychania
Duży język, wysoko ustawiona krtań, ostry kąt między podstawą języka a szparą głośni	Uspობabiają do niedrożności i utrudniają intubację → konieczna odpowiednia pozycja z lekkim przygięciem głowy
Długa, zwisająca nagłośnia	Utrudnia intubację → konieczna odpowiednia pozycja i właściwy dobór łopatki laryngoskopu
Fizjologiczne zwężenie poniżej strun głosowych, na poziomie chrząstki pierścieniowatej	Uspობabia do stridoru w wyniku obrzęku śluzówki lub kurczu krtani → konieczny dobór rurki intubacyjnej o odpowiednio małej średnicy, bez mankieta uszczelniającego lub z mankiem niskociśnieniowym
Mała odległość między chrząstką pierścieniowatą a rozwidleniem tchawicy U noworodka oskrzela główne odchodzą pod równym kątem od tchawicy wynoszącym 51°	Ułatwia przedostawanie się śliny i pokarmu do prawego oskrzela, co sprzyja rozwojowi zachyłstowego zapalenia płuc oraz przemieszczaniu się rurki intubacyjnej do prawego oskrzela → konieczna odpowiednia stabilizacja rurki intubacyjnej
Wiotkość i wysoka podatność dróg oddechowych	Uspობabia do zapadania się tchawicy i oskrzeli przy blokadzie dróg oddechowych
Mały przekrój dróg oddechowych i skłonność śluzówki do obrzęku	Uspობabia do obturacji → konieczne nawilżanie i ogrzewanie gazów oddechowych, toaleta drzewa oskrzelowego
Mała podatność płuc (szczególnie u wcześniaków)	Utrudnia wentylację mechaniczną → konieczny staranny dobór parametrów
Mała czynnościowa pojemność zalegająca płuc	Uspობabia do niedodmy → konieczne stosowanie dodatniego ciśnienia końcowo-wydechowego
Nie w pełni wykształcony odruch kaszlowy	Uspობabia do zachyłstowego zapalenia płuc → konieczna odpowiednia pozycja, toaleta drzewa oskrzelowego, odbarczanie żołądka
Obniżona wrażliwość ośrodkowego na wzrost PaCO ₂	Sprzyja bezdechom
Dysproporcja między masą i powierzchnią ciała	Uspობabia do wychłodzenia → konieczne zapewnienie komfortu cieplnego
Niedojrzała skóra	Sprzyja dużej niedostrzegalnej utracie płynów → konieczny staranny bilans płynowy
Nie w pełni rozwinięte mechanizmy termoregulacji	Uspობabiają do zaburzeń termoregulacji → konieczne zapewnienie komfortu cieplnego
Zwiększony metabolizm i zużycie tlenu	Sprzyja niedotlenieniu i hipoglikemii → konieczne staranne monitorowanie utlenowania i glikemii
Mała liczba elementów kurczliwych w mięśni sercowym	Przesunięcie krzywej Franka-Starlinga w lewo, ograniczone możliwości zwiększania rzutu serca
Niedojrzałość układu odpornościowego	Sprzyja zakażeniom → konieczny szczególny reżim sanitarny, odpowiednia antybiotykowa profilaktyka okołoperacyjna
Niedojrzałość układu wydalniczego	Powoduje zmniejszoną tolerancję przewodnienia i opóźnioną eliminację leków wydalanych przez nerki → konieczny staranny bilans płynowy i odpowiednie dawkowanie leków
Niedojrzałość wątroby	Powoduje opóźnienie metabolizmu wielu leków, m.in. opioidów i anestetyków → konieczne odpowiednie dawkowanie leków

Tabela 2. Charakterystyka anatomiczna i fizjologiczna dzieci w wieku 1–3 lat

Masa ciała	10 kg (1. rż.)	15 kg (3. rż.)
Przyrost wzrostu	25–12–8 cm na każdy rok	100 cm (3. rż.)
Częstość akcji serca	70–140 min ⁻¹ (śr. 115)	70–110 min ⁻¹ (śr. 105)
Ciśnienie tętnicze	100/50 mm Hg	110/65 mm Hg, (wzór: 80 + wiek × 2)
Częstość oddychania		20–30 min ⁻¹
Objętość krwi		70–75 mL kg mc. ⁻¹
Stężenie Hb		12 g dL ⁻¹
Rozmaz krwi obwodowej		Przewaga limfocytów nad neutrofilami
Hemostaza		Podobna jak u osób dorosłych

- nieinwazyjnego pomiaru ciśnienia krwi (komplet mankietów noworodkowych i niemowlęcych),
 - inwazyjnego pomiaru ciśnienia krwi,
 - stężenia tlenu i gazów anestetycznych w układzie oddechowym,
 - stężenia CO₂ w powietrzu wydychanym (kapnograf powinien mierzyć stężenie CO₂, wykorzystując system pomiaru dostosowany dla noworodków),
 - centralnej i obwodowej ciepłoty ciała [11, 14, 15].
4. Wyposażenie stolika anestezjologicznego:
- cewniki do wkłuc centralnych (od 3 do 4,5 F; dla wcześniaków rekomendowane mniejsze rozmiary),
 - cewniki do wkłuc obwodowych o średnicy 0,6–1,0 mm,
 - cewniki do odsysania — 6, 8 i 10 F (średnica cewnika powinna wynosić 1/3 średnicy rurki intubacyjnej),
 - rurki intubacyjne o wymiarach 2–5 mm bez mankietu lub z mankiem niskociśnieniowym,
 - setony,
 - rurki ustno-gardłowe (000, 00, 0),
 - przezroczyste maski twarzowe (0–1),
 - maski krtaniowe (rozmiar 1 i 1,5 i 2),
 - laryngoskop z łopatką intubacyjną małą prostą i/lub zakrzywioną — rozmiary 000, 00, 0, 1 (zalecany laryngoskop z bocznym dostępem tlenu),
 - zgłębniki żołądkowe,
 - prowadnice do rurek intubacyjnych,
 - kleszczyki Magilla,
 - stetoskop,
 - stetoskop przełykowy (opcjonalnie),
 - cewniki do cewnikowania pęcherza moczowego (6–10 F).

ZESPÓŁ ANESTEZJOLOGICZNY

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 20 grudnia 2012 roku: „znieczulenie u noworodka i niemowlęcia może wykonać lekarz specjalista anestezjologii i intensywnej terapii lub lekarz anestezjolog za pisemną zgodą lekarza kierującego oddziałem anestezjologii i intensywnej terapii, oddziałem anestezjologii, oddziałem anestezjologii i intensywnej terapii dla dzieci bądź oddziałem anestezjologii dla dzieci, a także lekarz w trakcie specjalizacji pod bezpośrednim nadzorem lekarza specjalisty anestezjologii i intensywnej terapii” [16].

Zdaniem większości anestezjologów znieczulających dzieci, za znieczulenie noworodka i niemowlęcia powinien być odpowiedzialny specjalista anestezjologii i intensywnej terapii posiadający doświadczenie w znieczuleniu chorych w tej grupie wiekowej. Lekarzowi anestezjologowi musi towarzyszyć pielęgniarka anestezjologiczna, posiadająca

wiedzę i doświadczenie w zakresie opieki nad dzieckiem do 3. roku życia.

PRZYGOTOWANIE DZIECKA DO ZNIECZULENIA

Dzieci do 3. roku życia, podobnie jak dzieci starsze i dorośli, muszą być przed znieczuleniem zbadane przez anestezjologa, który ma także obowiązek zapoznania się z wynikami aktualnych badań laboratoryjnych i ewentualnego zlecenia dodatkowych konsultacji, jakich w jego ocenie będzie wymagał chory [14, 15, 17].

BADANIA LABORATORYJNE

Przed planowymi zabiegami zaleca się wykonanie podstawowych badań laboratoryjnych, takich jak morfologia krwi obwodowej czy wybrane parametry układu krzepnięcia (czas kaolinowo-kefalinowy, czas protrombinowy i INR [*international normalized ratio*]). Co do tych ostatnich, nie wykazano oczywistych korzyści z rutynowego ich oznaczania.

Należy dążyć do minimalizowania objętości krwi pobieranej u noworodków i niemowląt poniżej 6. miesiąca życia. W przypadku noworodków konieczne jest oznaczenie grupy krwi dziecka i grupy krwi matki.

U dzieci w dobrym stanie ogólnym możliwe jest zaakceptowanie badań laboratoryjnych wykonanych 3 miesiące przed znieczuleniem, pod warunkiem, że stan dzieci nie uległ w tym czasie istotnej zmianie. U dziecka ocenianego według skali ASA na co najmniej III oraz wtedy, gdy rodzaj zabiegu operacyjnego wiąże się z ryzykiem dużej utraty krwi konieczne jest oznaczenie grupy krwi, stężenia elektrolitów w surowicy, badanie układu krzepnięcia oraz niektórych parametrów biochemicznych (stężenie mocznika i kreatyniny w surowicy, aktywność ALT i AST, ocena równowagi kwasowo-zasadowej). Zakres innych badań dodatkowych (EKG, ECHO serca, RTG klatki piersiowej) powinien być uzależniony od schorzeń współistniejących, stanu ogólnego oraz rodzaju i zakresu operacji [14, 15].

PODSTAWOWE CELE WIZYTY ANESTEZJOLOGICZNEJ

1. Zapoznanie się z istotnymi danymi w ankiecie anestezjologicznej, która powinna zawierać informacje dotyczące:
 - przebytych chorób:
 - infekcyjnych, z antybiotykoterapią w ciągu ostatnich 2 tygodni,
 - zakaźnych,
 - chorób układowych, które mogą mieć istotny wpływ na planowane znieczulenie — na przykład dystrofia mięśni, wrodzone zaburzenia układu krzepnięcia, wrodzone wady serca,
 - przebytych szczepień,
 - przebytych znieczuleń i operacji — czy wystąpiły trudności (w tym trudności w intubacji tchawicy) lub powikłania w czasie lub po operacji,

- występowania uczuleń u dziecka,
 - obserwowanych drgawek samoistnych lub gorączkowych,
 - chorób w rodzinie, przebytych operacji i ewentualnego zgonu związanego z operacją i/lub znieczuleniem,
 - palenia tytoniu przez rodziców/opiekunów (udowodniono korelację pomiędzy biernym paleniem a częstością występowania powikłań oddechowych u dzieci) [2, 3]. W przypadku wykonywania zabiegu operacyjnego u noworodka w trybie natychmiastowym, przeprowadzenie wywiadu z rodzicami często nie jest możliwe. W takich sytuacjach rodzice podpisują pisemną zgodę na przeprowadzenie u dziecka zabiegu operacyjnego w znieczuleniu ogólnym i regionalnym, a zgoda ta wraz z całą dokumentacją medyczną przekazywana jest do ośrodka, gdzie dziecko będzie operowane.
2. Przeprowadzenie badania lekarskiego oceniającego stan zdrowia dziecka pod kątem bezpieczeństwa znieczulenia i planowanej operacji.
 3. Zapoznanie się z dokumentacją medyczną chorego, w tym z:
 - kwalifikacją chirurga do operacji (tryb i rodzaj operacji),
 - oceną wyników badań i konsultacji.
 4. Klasyfikacja chorego według skali ASA.
 5. Ustalenie konieczności wykonania badań uzupełniających i przeprowadzenia ewentualnych konsultacji specjalistycznych.
 6. Zapoznanie rodziców/opiekunów dziecka z rodzajem znieczulenia do planowego zabiegu i wypełnienie karty kwalifikacyjnej do znieczulenia oraz podpisanie przez rodziców/opiekunów świadomej zgody na znieczulenie.

PREMEDYKACJA FARMAKOLOGICZNA

Zlecenie premedykacji farmakologicznej nie dotyczy noworodków i niemowląt poniżej 7. miesiąca życia [14].

U dzieci powyżej 7. miesiąca życia stosuje się:

- midazolam od 0,25 do 0,3 mg kg mc.⁻¹ (maks. 0,5 mg kg mc.⁻¹ o ile możliwy jest stały nadzór pielęgniarki) doustnie, doodbytniczo (u dzieci < 1. rż.) lub donosowo, na 30–60 min przed planowanym znieczuleniem,
- diazepam (Relsed — mikrowlewką doodbytnicza zawierająca 5 mg diazepam w 2,5 mL roztworu);

dawkowanie 0,5 mg mg kg mc.⁻¹ na 30–60 min przed planowanym znieczuleniem; po podaży doodbytniczej dziecko powinno leżeć „na brzuchu” przez około 15 min,

- w sytuacjach wyjątkowych możliwe jest zastosowanie agonistów receptora α -2 (deksmedetomidyna, klonidyna) — jest to użycie *off-label*, czyli niezgodnie z charakterystyką produktu leczniczego (ch.p.l.)¹.

KARMIEŃIE I POJENIE PRZED PLANOWANYM ZABIEGIEM OPERACYJNYM

Obowiązuje reguła 2–4–6:

- 2 godziny przed indukcją znieczulenia dziecko może wypić płyny klarowne (zalecane 10 mL kg mc.⁻¹, maks. 100 mL na porcję),
- 4 godziny przed indukcją znieczulenia — pokarm kobiecy,
- 6 godzin przed indukcją znieczulenia — mieszanki mleczne i inne pokarmy [18–20].

U noworodków w okresie przedoperacyjnej przerwy w karmieniu, konieczne jest nawadnianie pozajelitowe.

Jeżeli operacja określona jest jako natychmiastowa, powyższe reguły przestają obowiązywać. W takich przypadkach należy wdrożyć postępowania zgodne z zasadami znieczulenia chorego z pełnym żołądkiem.

ZASADY ZNIECZULENIA CHOREGO Z PEŁNYM ŻOŁĄDKIEM

1. Profilaktyka aspiracji treści żołądka do płuc:
 - podawanie środków przeciwwymiotnych i neutralizujących kwaśny sok żołądkowy,
 - rezygnacja ze znieczulenia ogólnego oraz wentylowania przez maskę twarzową,
 - specjalne postępowanie przy wprowadzaniu do znieczulenia.
2. Zapobieganie aspiracji treści żołądkowej:
 - farmakologiczne zmniejszenie objętości i pH treści żołądkowej (omeprazol, ranitydyna, metoklopramid podawane dożylnie),
 - alkalizacja treści pokarmowej (0,3 M cytrynian sodu podany doustnie na 20–30 min przed znieczuleniem).
3. Wprowadzenie do znieczulenia:
 - przygotowanie ssaka z cewnikiem o dużym świetle,

¹Stosowanie leków w sposób odmienny niż określony w ch.p.l. nie zostało zdefiniowane w polskim ustawodawstwie. Jednak w świetle ustawy o zawodach lekarza i lekarza dentyisty lekarz ma obowiązek wykonywać zawód zgodnie z aktualną wiedzą medyczną, dostępnymi mu metodami i środkami zapobiegania, rozpoznawania i leczenia chorób, zgodnie z zasadami etyki zawodowej oraz z należytą starannością.

Do obowiązków lekarzy oraz personelu medycznego należy podjęcie takiego sposobu postępowania (leczenia), które gwarantować powinno, przy zachowaniu aktualnego stanu wiedzy i zasad staranności, przewidywalny efekt w postaci wyleczenia, a przede wszystkim nienarażenie chorych na pogorszenie stanu zdrowia (na podstawie <http://www.prawodlakarza.pl/baza-wiedzy/uzycie-leku-off-label/>).

- ułożenie: uniesienie głowy (30°) oraz podniesienie kończyn dolnych,
 - szybka indukcja:
 - preoksygenacja 100% tlenem przez 3–5 min,
 - tiopental, dawka 5–7 mg kg mc.⁻¹ lub propofol 1–2 mg kg mc.⁻¹ w szybkim wstrzyknięciu dożylnym (nie należy redukować dawek, aby zachować odpowiednią głębokość znieczulenia w czasie indukcji),
 - prekuryalizacja: 5–10% planowanej dawki środka niedepolaryzacyjnego (nie zawsze jest potrzebna),
 - chlorsukcynylocholina w dawce 1–1,5 mg kg mc.⁻¹ – intubacja jest możliwa po co najmniej 30 s, alternatywnie rokuronium 1,2 mg kg mc.⁻¹ — intubacja możliwa po 60 s,
 - manewr Sellicka podczas intubacji dotchawiczej,
 - unikanie wentylacji przez maskę,
 - szybka intubacja przez usta rurką z mankiem uszczelniającym i natychmiastowe napełnienie mankieta uszczelniającego (w przypadku noworodków nie zawsze dostępna jest rurka z mankiem — należy uszczelnić setonem),
4. Rozintubowanie po powrocie odruchów obronnych.

DYSKWALIFIKACJA Z PLANOWEJ OPERACJI I ZNIECZULENIA

Przyczyny dyskwalifikacji chorego z operacji i znieczulenia planowego przedstawiono w tabeli 3.

PLAN OPERACYJNY

Kolejność operacji wykonywanych na bloku operacyjnym oraz zabiegów wymagających znieczulenia wykonywanych poza blokiem operacyjnym powinna uwzględniać wiek operowanych chorych.

Noworodki i niemowlęta, ze względu na duże ryzyko hipoglikemii i odwodnienia, należy kwalifikować do planu operacyjnego w pierwszej kolejności, aby uchronić je przed przedłużonym pozostawaniem na czczo. Przy planowaniu procedury należy ustalić możliwość przekazania dziecka na oddział intensywnej terapii (OIT). Wymagają tego zwykle noworodki operowane z powodu wad wrodzonych i chorzy ze szczególnie obciążeniami.

Wobec niejednoznacznych i sprzecznych wyników badań dotyczących ewentualnego działania neurotoksycznego leków stosowanych w znieczuleniu ogólnym, zaleca się daleko idącą ostrożność w kwalifikacji najmłodszych dzieci (www.smarttots.org) do operacji/zabiegów planowych w znieczuleniu ogólnym, które mogłyby się odbyć w późniejszym wieku, bez szkody dla zdrowia pacjenta [21–28].

METODY INDUKCJI ZNIECZULENIA

U noworodków, niemowląt i małych dzieci można wykorzystać jedną z wymienionych metod indukcji znieczulenia [15]:

- indukcja wziewna,
- indukcja dożylna,
- indukcja doodbytnicza,
- indukcja donosowa.

Tabela 3. Kryteria dyskwalifikacji z operacji i znieczulenia, na podstawie [1–3]

Dziecko bezpośrednio po szczepieniu — znieczulenie nie wcześniej niż:		
Di-per-te, Heine-Medina, <i>Haemophilus</i>		3 dni po szczepieniu
Świnka, różyczka i odra		2 tygodnie po szczepieniu
Kontakt z chorobą zakaźną — znieczulenie nie wcześniej niż:		
Choroba zakaźna	Kontakt	Przebyta choroba
Ospa wietrzna	21 dni	gdy wyschnie ostatni wykwit
Świnka	24 dni	10 dni po wystąpieniu zmian skórnych
Odra	12 dni	5 dni po wystąpieniu zmian skórnych
Różyczka	21 dni	7 dni po wystąpieniu zmian skórnych
Koklusz	20 dni	21 dni od pierwszych objawów lub 6 dni od rozpoczęcia antybiotykoterapii
Inne odchylenia od normy — w badaniu klinicznym i w badaniach laboratoryjnych		
Ostry nieżyt górnych dróg oddechowych	zaczernione gardło + zwiększona ilość wydzieliny w drogach oddechowych, ewentualnie podwyższona ciepłota ciała (> 37,8°C)	
Antybiotykoterapia	do 2 tygodni po zakończeniu leczenia	
Leukocytoza	> 20 G L ⁻¹	
Niedokrwistość	Hb < 8 g dL ⁻¹ , Ht < 28% noworodki < 10 g dL ⁻¹	
Dyselektrolicemia	K > 6,5 mmol L ⁻¹ , K < 3,0 mmol L ⁻¹ , Na < 130 mmol L ⁻¹ , Ca < 1,5 mmol L ⁻¹ (3 mg dL ⁻¹)	

INDUKCJA WZIEWNA

Indukcja wziewna jest często stosowana w anestezjologii dziecięcej. Jest szczególnie zalecana u dzieci, u których przewidywane są trudności w uzyskaniu dostępu dożylnego.

Proponuje się dwie metody indukcji wziewnej. Pierwsza polega na stopniowym zwiększaniu stężenia środka wziewnego, druga zaś na stosowaniu od początku wysokich stężeń anestetyku. Metoda druga umożliwi szybką indukcję znieczulenia, co jest szczególnie cenne w przypadku niewspółpracujących chorych, jest jednak obciążona większym ryzykiem wystąpienia działań ubocznych leku.

W indukcji znieczulenia drogą wziewną można wykorzystać jedynie sewofluran. Nie zaleca się rutynowego stosowania sewofluranu w stężeniach przekraczających 5 vol%. Wyjątkiem jest trudna intubacja przeprowadzana w znieczuleniu wziewnym, kiedy można stosować wyższe stężenia sewofluranu — do 6 vol%. Istotne dla bezpieczeństwa i skuteczności tej metody indukcji jest utrzymanie pełnej drożności dróg oddechowych.

U noworodków ze względu na trudności z utrzymaniem drożności dróg oddechowych zaleca się rutynowe wykonywanie intubacji lub, jeżeli rodzaj zabiegu na to pozwala, założenie maski krtaniowej. U niemowląt i małych dzieci decyzja o intubacji zależy od rodzaju zabiegu, planowanego czasu jego wykonania, a także od indywidualnej oceny możliwości bezprzyrządowego utrzymania drożności dróg oddechowych u poszczególnych chorych. Uważa się, że intubacja jest obowiązkowa przy zabiegach trwających powyżej 1h, przeprowadzanych w ułożeniu na boku lub na brzuchu oraz w przypadku, gdy zabieg wykonywany jest w obrębie głowy lub szyi i zawsze u wcześniaków [1, 11, 14, 15].

INDUKCJA DOŻYLNNA

Indukcja dożylna jest możliwa u dzieci w każdym wieku, ale wymaga wcześniejszego założenia dostępu naczyniowego, co u najmłodszych dzieci bywa trudne i bolesne. Ból związany z nakłuciem żyły może być złagodzony poprzez zastosowanie kremu/żelu zawierającego środka znieczulenia miejscowego.

Do indukcji najczęściej stosuje się obecnie propofol w dawce 2–5 mg kg mc.⁻¹. Stosowanie preparatu o stężeniu 0,5% wiąże się z mniejszą bolesnością. Aby zmniejszyć ból w miejscu wstrzyknięcia, przed dożylną podażą propofolu można zastosować środki przeciwbólowe (dożylnie, przez tę samą kaniulę: fentanyl w dawce 1–2 mcg kg mc.⁻¹ lub lidokainę w dawce 1–2 mg kg mc.⁻¹). Z grupy barbituranów stosowany jest tiopental (w dawce 3–5 mg kg mc.⁻¹).

Należy pamiętać, że zarówno propofol, jak i tiopental działają depresyjnie na układ oddechowy (powodując

bezdechy) oraz na układ krążenia (mogą spowodować hipotensję związaną ze zmniejszeniem systemowego oporu naczyniowego).

Ketamina, ze względu na brak depresyjnego wpływu na układ krążenia oraz minimalną depresję oddechu, jest stosowana do znieczulenia dzieci w stanie ciężkim, niestabilnych krążeniowo (m.in. we wstrząsie). Może być podawana zarówno domięśniowo, w dawkach 2–4 mg kg mc.⁻¹, jak i dożylnie, w dawkach 1–2 mg kg mc.⁻¹.

INDUKCJA DOODBYTNICZA

W szczególnych przypadkach, gdy z góry wiadomo, że założenie wkłucia dożylnego będzie napotykało na duże trudności, a dziecko jest bardzo niespokojne, można wykonać indukcję doodbytniczą. W metodzie tej wykorzystuje się najczęściej ketaminę w dawce 10 mg kg mc.⁻¹ podawaną z midazolamem w dawce 0,5 mg kg mc.⁻¹. Po podaniu tych leków dziecko zwykle zasypia po upływie 15–20 min [15].

INDUKCJA DONOSOWA

Ten rodzaj indukcji, polegającej na wkropleniu do nosa, na przykład midazolamu i sufentanylu, nie doczekał się szerokiego zastosowania ze względu na złą tolerancję przez dzieci.

W indukcji znieczulenia wykorzystuje się także opioidy, a do intubacji również środki zwiotczające.

U małych dzieci często może dochodzić do pobudzenia nerwu błędnego w trakcie manipulacji związanych między innymi z intubacją tchawicy. Obecnie nie zaleca się jednak rutynowego podawania atropiny noworodkom i niemowlętom w indukcji znieczulenia. Strzykawka z odpowiednio sporządzonym roztworem tego leku powinna być zawsze przygotowana przed rozpoczęciem znieczulenia, na wypadek nagłej konieczności jego zastosowania. Standardowo, jedną ampułkę atropiny zawierającą 1 mg mL⁻¹, rozpuszcza się w 10 mL 0,9% NaCl, uzyskując roztwór atropiny 0,1 mg mL⁻¹ (dawkowanie: 0,01–0,015 mg kg mc.⁻¹).

INTUBACJA DOTCHAWICZA

Sposoby znieczulenia do intubacji tchawicy przedstawiono w tabeli 4.

Leki stosowane do intubacji, zarejestrowane dla dzieci w wieku 0–3 lat oraz stosowane *off-label* przedstawiono w tabeli 5.

Algorytm postępowania w intubacji dotchawiczej przedstawiono na rycinie 1.

Dane dotyczące rozmiaru rurki intubacyjnej i głębokości jej wprowadzenia w zależności od ciała noworodka zebrano w tabeli 6. Głębokość, na jaką można wprowadzić rurkę do tchawicy w zależności od wieku płodowego dziecka, opisano w tabeli 7.

Tabela 4. Sposoby znieczulenia do intubacji [27, 28]

Rodzaj znieczulenia	Leki stosowane do znieczulenia
Znieczulenie miejscowe	Środek miejscowo znieczulający w aerozolu powierzchniowo dotchawiczo
Znieczulenie ogólne wziewne	Mieszanina gazów — O ₂ /N ₂ O lub O ₂ /powietrze + wziewne środki anestetyczne → sewofluran
Znieczulenie ogólne dożylnie	barbiturany — tiopental 3–5 mg kg mc. ⁻¹ lub propofol 2–5 mg kg mc. ⁻¹ lub midazolam 0,1–0,3 mg kg mc. ⁻¹ ketamina 0,5–2 mg kg mc. ⁻¹ opioidy — fentanyl 1–2 mcg kg mc. ⁻¹ dawka ⁻¹ , morfina 0,1 mg kg mc. ⁻¹ , remifentanyl 1 mcg kg mc. ⁻¹ w ciągu 30–60 s, sufentanyl 0,5 mcg kg mc. ⁻¹ Środki zwiotczające mięśnie — depolaryzujące chlorsukcynylocholina 1–3 mg kg mc. ⁻¹ Środki zwiotczające mięśnie szkieletowe — niedepolaryzujące • rokuronium 0,6 mg kg mc. ⁻¹ • wekuronium 0,1 mg kg mc. ⁻¹ • cisatrakurium 0,1 mg kg mc. ⁻¹ • atrakurium 0,5 mg kg mc. ⁻¹ • miwakurium 0,15–0,25 mg kg mc. ⁻¹
Znieczulenie ogólne — wziewne i dożylnie	Środki anestetyczne wziewne + O ₂ /N ₂ O lub O ₂ /powietrze + opioidy + środki zwiotczające mięśnie szkieletowe

Tabela 5. Leki stosowane do intubacji zarejestrowane w populacji dzieci 0–3 lat oraz stosowane *off-label* [29–37]

Lek	Noworodek	Niemowlę 1–6 mż.	Niemowlę > 6 mż.	Dziecko 1–3 rż.
Morfina	+	+	+	+
Fentanyl	+	+	+	+
Sufentanyl	+*	+*	+*	+*
Remifentanyl	<i>off-label</i> (posiada rejestrację FDA)	<i>off-label</i> (posiada rejestrację FDA)	<i>off-label</i> (posiada rejestrację FDA)	+
Midazolam	<i>off-label</i>	<i>off-label</i>	+	+
Tiopental	+	+	+	+
Propofol	<i>off-label</i>	+**	+**	+**
Ketamina	+	+	+	+
Sewofluran	+	+	+	+
Izofluran	+	+	+	+
Desfluran	+	+	+	+

FDA (*Food and Drug Administration*) — Amerykańska Agencja ds. Żywności Leków

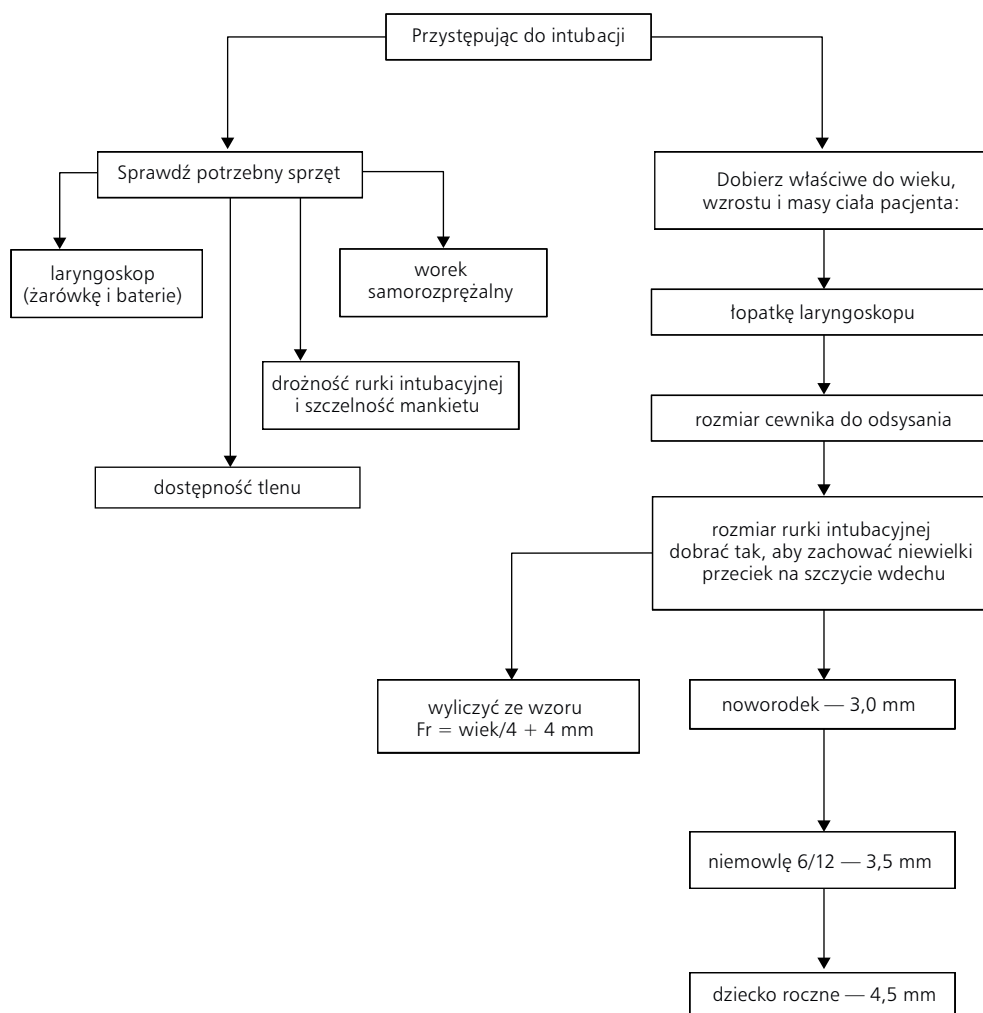
+ w charakterystyce produktu leczniczego brak zastrzeżeń co do stosowania w określonej grupie wiekowej

*informacja w charakterystyce produktu leczniczego: Skuteczność i bezpieczeństwo stosowania sufentanylu u dzieci do 2 lat udokumentowano tylko w ograniczonej liczbie przypadków

**informacja w charakterystyce produktu leczniczego: Należy zachować szczególną ostrożność, kiedy propofol jest stosowany u niemowląt i dzieci w wieku do 3 lat, choć aktualne dane nie wskazują, by były jakieś istotne różnice w bezpieczeństwie stosowania leku w porównaniu z dziećmi w wieku powyżej 3 lat

Przed wykonaniem intubacji dotchawiczej konieczne jest stwierdzenie zniesienia świadomości u dziecka, a ponadto jego odpowiednie natlenienie. Podczas natleniania w grupie noworodków, a zwłaszcza wcześniaków, zaleca się ostrożność ze względu na szczególną wrażliwość tych chorych na toksyczne działanie tlenu [27].

Optymalnym sposobem znieczulenia do intubacji jest zastosowanie anestetyku wziewnego lub dożylnego wraz z opioidem z lub bez środka zwiotczającego. W przypadku przewidywanej trudnej intubacji zaleca się rezygnację z podania środka zwiotczającego, podobnie jak w przypadku intubacji wcześniaków.



Rycina 1. Technika intubacji dotchawiczej

Tabela 6. Rozmiar rurki intubacyjnej i głębokość jej wprowadzenia w zależności od masy ciała noworodka

Masa ciała	Rozmiar rurki — średnica wewn. (mm)	Głębokość intubacji przez usta (cm)	Głębokość intubacji przez nos (cm)
< 750 g	2,5	5,5–6	6,5–7
750–1000 g	3,0	6–7	7–8
1001–2000 g	3,0	7–8	9
2001–3000 g	3,5	8–9	10
3000–3500 g	3,5	9–10	11
> 3500 g	4,0	masa ciała (kg) + 6	masa ciała (kg) + 7

U noworodków uzasadnione jest stosowanie atrakurium lub cisatrakurium ze względu na ich szczególny metabolizm.

W przypadku pacjenta z „pełnym żołądkiem” i innych wskazań do szybkiej indukcji poleca się zwiotczenie dziecka do intubacji za pomocą suksametonium w dawce 2 mg kg mc.⁻¹ w wieku poniżej 2 lat i 1–1,5 mg kg mc.⁻¹ w wieku powyżej 2. roku życia.

Alternatywą dla suksametonium może być rokuronium w dawce 0,6 mg kg mc.⁻¹, które po upływie 60 s umożli-

wia intubację. Działanie rokuronium można odwrócić za pomocą sugammadeksu w dawce 2 mg kg mc.⁻¹ u dzieci powyżej 2. roku życia (zastosowanie u młodszego dziecka lub w większej dawce jest zastosowaniem *off-label*).

PODTRZYMANIE ZNIECZULENIA

Podtrzymanie znieczulenia można uzyskać zarówno poprzez stosowanie anestetyku wziewnego (sewofluranu, desfluranu lub izofluranu) w połączeniu z dożylną podażą opioidu ze środkiem zwiotczającym lub bez,

Tabela 7. Głębokość intubacji w zależności od wieku płodowego

Wiek płodowy (tyg.)	Głębokość intubacji przez usta (cm)
23–24	5,5
25–26	6,0
27–29	6,5
30–32	7,0
33–34	7,5
35–37	8,0
38–40	8,5
41–43	9,0

jak i techniką wyłącznie dożylną (TIVA, *total intravenous anaesthesia*). Wybór sposobu podtrzymania znieczulenia powinien mieć charakter indywidualny w zależności od stanu chorego, rodzaju zabiegu, obecności określonych wskazań/przeciwskazań i dostępu do różnych form znieczulenia. Fentanyl i sufentanyl mogą być podawane we wlewie ciągłym lub w dawkach powtarzanych. Jeżeli priorytetem jest szybka ekstubacja, można zastosować we wlewie ciągłym remifentanyl (użycie *off-label*). Technika wyłącznie dożylna bywa przydatna:

- jeżeli istnieją przeciwskazania do zastosowania środków wziewnych w czasie znieczulenia (np. zagrożenie hipertermią złośliwą),
- w przypadku stosowania w trakcie znieczulenia krótko działających leków, między innymi remifentanylu,
- jeżeli konieczny jest bardzo stabilny przebieg znieczulenia i nie zakłada się wybudzenia chorego ze znieczulenia (np. operacje wrodzonych wad serca),
- przy przekazywaniu dziecka na OIT oraz w razie konieczności znieczulenia dziecka poza blokiem operacyjnym, na przykład na OIT, gdzie nie ma możliwości zastosowania środków wziewnych.

ŚRÓDOPERACYJNA WENTYLACJA MECHANICZNA

ZASADY PROWADZENIA WENTYLACJI MECHANICZNEJ

Z zasady w czasie znieczulenia ogólnego stosowana jest wentylacja (kontrolowana) dodatnim ciśnieniem. Należy pamiętać, że podczas znieczulenia ogólnego w układzie oddechowym chorego dochodzi najczęściej do zmian pod postacią [14, 15]:

- zmniejszenia czynnościowej pojemności zalegającej (FRC, *functional residual capacity*) o 15–20%,
- zmniejszenia objętości płuc,
- niedodmy absorpcyjnej i kompresyjnej,
- wzrostu oporu dróg oddechowych,

- zaburzenia stosunku wentylacji do perfuzji (zwiększenie przecieku płucnego, zwiększenie przestrzeni martwej),
- uszkodzenia surfaktantu
- hipoksemicznego skurczu naczyń płucnych pod wpływem anestetyków wziewnych na funkcję naczyń płucnych.

W grupie chorych do 3. roku życia w czasie znieczulenia stosuje się oddech kontrolowany, sterowany ciśnieniem (PCV, *pressure controlled ventilation*), czasowo zmienny z niewielkim dodatnim ciśnieniem końcowo-wydechowym. Zapobiega to nadmiernym ciśnieniom wdechowym, zmniejsza ryzyko barotraumy, poprawia stosunek wentylacji do perfuzji przy zmniejszonej podatności płuc. Objętość oddechowa zależy od podatności i oporów oddechowych, a zmiany w podatności i oporach oddechowych są czasem trudne do wykrycia.

NIEDODMA

Niedodma w trakcie wentylacji mechanicznej do znieczulenia ogólnego jest problemem klinicznym głównie u noworodków i niemowląt. Pojawia się bardzo szybko po indukcji znieczulenia. Dotyczy najczęściej dolnych obszarów płuc (w trakcie znieczulenia ogólnego ze zwiotczeniem mięśni i wentylacją dodatnimi ciśnieniami lepiej wentylowane są górne obszary płuc). Objawy niedodmy to pogorszenie oksygenacji i zmniejszenie podatności płuc.

Rodzaj znieczulenia ogólnego nie ma wpływu na powstawanie niedodmy śródoperacyjnie. Czynniki sprzyjającymi zaś są:

- ułożenie chorego: pozycja leżąca, pozycja na boku (zmniejszenie FRC),
- rodzaj zabiegu — więcej ognisk niedodmy w operacjach kardiochirurgicznych z krążeniem pozaustrojowym,
- stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej w stężeniu powyżej 80% sprzyja powstawaniu niedodmy (stosowanie 100% O₂ pod koniec znieczulenia może mieć również istotny wpływ na powstawanie niedodmy).

Niedodma powoduje zaburzenia wymiany gazowej, hipoksję i w konsekwencji wzrost zachorowalności pooperacyjnej. Może utrzymywać się do 2 dni po znieczuleniu i sprzyja pooperacyjnemu zapaleniu płuc. Zapobieganie polega na stosowaniu odpowiedniej wentylacji płuc w trakcie znieczulenia.

ŚRÓDOPERACYJNA PODAŻ PŁYNÓW

Podaż płynów w czasie operacji powinna uwzględniać zapotrzebowanie podstawowe, śródoperacyjną utratę i ewentualne niedobory wynikające z pozostawiania dziecka na czczo przed operacją. Zapotrzebowanie podstawowe niemowlęcia szacuje się zwykle na około 100 mL kg mc.⁻¹ doba⁻¹, czyli 4 mL kg mc.⁻¹ h⁻¹, a u dzieci o masie ciała powyżej 10 kg na 40 mL h⁻¹ + 2 mL kg mc.⁻¹ h⁻¹ [38]. Należy jednak

Tabela 8. Podstawowe zapotrzebowanie na płyny noworodków (mL kg⁻¹ doba⁻¹)

Wiek metrykalny	Noworodki — masa ciała		
	< 1000 g	1000–1500 g	> 1500 g
1. doba	100	80	60
2. doba	120	100	80
3. doba	140	120	100
4. doba	160	140	120
Kolejne doby	180	160	120–140

pamiętać o znacznych różnicach dotyczących najmłodszych chorych.

U noworodków zapotrzebowanie na płyny istotnie zmienia się w kolejnych dobach życia, a u wcześniaków jest dodatkowo zależne od dojrzałości płodowej. Podstawowe zapotrzebowanie na płyny noworodków w pierwszych dobach życia w zależności od masy ciała przedstawiono w tabeli 8 [11]. U tych chorych należy zwracać szczególną uwagę na tak zwaną nieuchwytną utratę płynów, która może być znaczna i nasilać się w przypadku intensywnego parowania przy odsłoniętej dużej powierzchni jelit (np. operacje wrodzonego wytrzewienia, martwiczego zapalenia jelit, niedrożności jelit).

Straty wynikające z krwawienia, przekraczające 10% objętości krwi krążącej, uzupełnia się preparatami koloidowymi, izotonicznym roztworem albumin lub preparatami krwi.

W okołoperacyjnej terapii płynowej należy unikać podawania płynów hipotonicznych (w tym hipotonicznych mieszanek 0,9% NaCl i 5% glukozy) z powodu zwiększonego ryzyka powstania obrzęku mózgu [39–42].

Zgodnie z wytycznymi europejskimi (ESPA, *European Society of Paediatric Anaesthesiology*) śródoperacyjnie należy przetaczać dzieciom płyny o osmolarności i zawartości sodu zbliżonej do wartości fizjologicznych (aby uniknąć hiponatremii), zawierające 1–2,5% glukozy (by uniknąć hipoglikemii, lipolizy lub hiperglikemii) oraz wzbogacone o aniony będące prekursorami dwuwęglanów (octan, cytrynian) [43]. Niestety, taki idealny roztwór przeznaczony do powszechnego stosowania nie jest jeszcze w Polsce dostępny. W związku z tym zaleca się w tej grupie chorych przetaczanie płynów wieloelektrolitowych, najlepiej zbilansowanych. Może to być wieloelektrolitowy płyn pediatryczny. W grupie noworodków i wcześniaków zagrożonych możliwością rozwoju hipoglikemii, a nieotrzymujących żywienia parenteralnego należy równolegle podłączyć w pompie automatycznej powolną infuzję 10% roztworu glukozy (4–6 mg kg mc.⁻¹ min⁻¹), pod kontrolą glikemii. U tych dzieci, które są w trakcie żywienia parenteralnego należy rozważyć kontynuację tego

żywienia w trakcie operacji, ze zmniejszonym przepływem i pod kontrolą glikemii [44–47].

BUDZENIE PACJENTA PO ZNIECZULENIU

Wybudzenie małego dziecka ze znieczulenia często jest trudnym i bardzo burzliwie przebiegającym procesem. W okresie noworodkowym jest to spowodowane między innymi przedłużonym metabolizmem większości leków stosowanych do znieczulenia, dodatkowo potęgowanym przez niezamierzone wychłodzenie dziecka w trakcie zabiegu. Łączy się też z dużym ryzykiem wystąpienia pooperacyjnych bezdechów, a także z utrzymującą się nawet powyżej 3. roku życia predyspozycją do skurczu krtani i oskrzeli. Dlatego wybudzenie noworodków powinno odbywać się na OIT lub w warunkach intensywnego nadzoru pooperacyjnego. W przypadku transportu dzieci zaindubowanych na OIT trzeba pamiętać o tym, że przedwczesne odstawienie u nich analgesodacji jest niewskazane ze względu na ryzyko niezamierzonej ekstubacji.

W pozostałych przypadkach dzieci budzone są na sali operacyjnej lub sali wybudzeń. Zawsze należy pamiętać o odwróceniu blokady nerwowo-mięśniowej. Kliniczna ocena stopnia blokady nerwowo-mięśniowej wymaga znacznego doświadczenia. Obiektywna ocena stopnia zwiótczenia, istniejących resztek blokady motorycznej w okresie pooperacyjnym, jest możliwa za pomocą stymulatora nerwów obwodowych.

Leczenie bólu pooperacyjnego należy zaplanować z wyprzedzeniem. Nie można dopuścić do sytuacji, w której ból budzi dziecko ze znieczulenia ogólnego. Odpowiednio wcześniej, najlepiej tuż po indukcji znieczulenia, dziecku powinno się podać należną dla jego masy ciała dawkę paracetamolu — doodbytniczo lub dożylnie. Warto też, z myślą o skutecznym leczeniu bólu, sięgnąć po którąś z technik znieczulenia przewodowego, które z jednej strony pozwolą na ograniczenie dawek śródoperacyjnie podawanych opioidów, a tym samym zmniejszą ryzyko wystąpienia pooperacyjnej niewydolności oddechowej, z drugiej zaś pozwolą, zwłaszcza te z zastosowaniem technik ciągłych, na skuteczną terapię bólu pooperacyjnego [48].

EKSTUBACJA PO ZAKOŃCZONEJ OPERACJI

Decyzję o ekstubacji dziecka podejmuje się wtedy, gdy istnieje pewność, że jest ono w stanie samodzielnie utrzymać drożność dróg oddechowych i ma zachowany własny napęd oddechowy. Dziecko w chwili ekstubacji powinno mieć zachowane odruchy obronne. Przed ekstubacją należy odessać zawartość jego żołądka i jamy ustnej. W chwili usuwania rurki warto wykonać jeden głębszy wdech (tzw. ekstubacja na wdechu). Manewr ten z jednej strony stymuluje kaszel, z drugiej zaś, rozprężając płuca, zapobiega niedodmie.

Po ekstubacji dziecko należy uważnie obserwować, zwracając uwagę na ruchy klatki piersiowej, dodatkowe zjawiska osłuchowe, na przykład świst krtańowy, które mogą zwiastować problemy ze strony górnych dróg oddechowych. Podtrzymując dziecku żuchwę, pomaga mu się w utrzymaniu drożności dróg oddechowych. Można jednocześnie stosować tlenoterapię bierną. Jeżeli dziecko oddycha regularnie, układa się je w pozycji bocznej ustalonej. W trakcie transportu monitoruje się wysycenie tlenem hemoglobiny krwi tętnicznej i częstość tętna za pomocą pulsoksymetru. Dziecko pozostaje na sali budzeń do chwili całkowitego wybudzenia (przytomne, wydolne oddechowo i krążeniowo). Na oddział szpitalny przekazywane jest wtedy, gdy adekwatnie do wieku i stanu sprzed zabiegu, reaguje na bodźce zewnętrzne, SpO_2 i akcja serca są prawidłowe, jest całkowicie wydolne oddechowo, nie prezentuje zachowań związanych z bólem ani go nie zgłasza, nie wymiotuje, nie krwawi z rany pooperacyjnej. Drenaże, o ile były zakładane, muszą funkcjonować prawidłowo, a wkłucia dożylna muszą być odpowiednio zaopatrzone.

LECZENIE BÓLU POOPERACYJNEGO U DZIECI

Ból pooperacyjny jest nieprzyjemnym doznaniem czuciowym i emocjonalnym związanym z śródoperacyjnym uszkodzeniem tkanek lub narządów. Natężenie bólu jest największe w ciągu pierwszych dni po zabiegu operacyjnym i zależy od rodzaju operacji, czasu trwania, rozległości oraz stopnia traumatyzacji tkanek. Istotną rolę w odczuwaniu bólu mogą odgrywać inne czynniki, takie jak wiek, stan emocjonalny lub poziom lęku związany z pobytem w szpitalu oraz poprzednie doświadczenia bólowe. W celu skutecznego leczenia bólu należy stworzyć prawidłowy plan postępowania obejmujący cały okres okołoperacyjny [49, 48].

Plan kontroli bólu w okresie okołoperacyjnym opiera się na informacjach wstępnych, które dotyczą choroby podstawowej oraz chorób współistniejących. Ważne jest, czy ból występował u dziecka przed operacją (konieczność zastosowania środków przeciwbólowych w premedykacji), jaki jest rodzaj i zakres planowanej operacji (możliwość zaplanowania ciągłego znieczulenia zewnątrzoponowego), czy we wcześniej przebytych operacjach (jeśli miały

miejsce) zastosowane metody kontroli bólu były skuteczne i czy występowały objawy niepożądane, a także jaki jest stan psychiczny chorego.

Niezwykle istotny w prawidłowym postępowaniu przedoperacyjnym jest aspekt psychologiczny, a więc nawiązanie dobrego kontaktu z dzieckiem i jego rodzicami. W trakcie rozmowy z rodzicami należy zapoznać się z ich wyobrażeniami i oczekiwaniami związanymi z bólem pooperacyjnym oraz przedstawić możliwości zapobiegania i kontroli bólu.

Wszystkie bolesne zabiegi i procedury powinno się wykonać u dziecka po wprowadzeniu do znieczulenia (np. założenie podskórnej kaniuli do podawania morfiny w okresie pooperacyjnym, dodatkowego dostępu dożylnego czy cewnika zewnątrzoponowego).

Należy pamiętać o podaniu pierwszej dawki leku przeciwbólowego przed rozpoczęciem procedury chirurgicznej. Podobnie w przypadku, gdy planuje się wykorzystanie w okresie pooperacyjnym metod analgezji przewodowej ciągłej, pierwszą dawkę środka znieczulenia miejscowego lepiej jest podać przed rozpoczęciem operacji, a nie po jej zakończeniu. Ból nie powinien budzić dziecka po zabiegu operacyjnym [51, 52]. Dlatego bardzo ostrożnie i z rozwagą należy stosować leki odwracające działanie agonistów receptorów opioidowych. Nalokson powinien być stosowany tylko w sytuacjach wyjątkowych — na przykład jeżeli po ekstubacji obserwuje się u dziecka nawracające bezdechy z istotnymi spadkami SpO_2 i alternatywą mogłaby być powtórna intubacja. Po podaniu naloksonu należy włączyć lek przeciwbólowy z grupy niesteroidowych leków przeciwzapalnych (NLPZ) — na przykład paracetamol.

Po wybudzeniu dziecka i ocenie jego stanu świadomości należy ocenić natężenie bólu i zdecydować, czy istnieje potrzeba podania mu dodatkowej dawki leku przeciwbólowego. Ocenę dolegliwości bólowych dziecka, a tym samym skuteczności prowadzonej analgezji pooperacyjnej, przeprowadza się systematycznie — zgodnie z obowiązującym w danej placówce protokołem. Jeżeli dziecko było operowane w trybie tak zwanej chirurgii jednego dnia, to obowiązek takiej oceny po powrocie dziecka do domu spoczywa na jego rodzicach/opiekunach, po uprzednim wytłumaczeniu im przez anestezjologa — na co powinni zwrócić uwagę przy ocenie bólu, jakie leki i w jakich dawkach mogą dziecku podać. Istotna jest również informacja — gdzie i do kogo mogą zadzwonić, jeżeli stosowane przez nich leczenie byłoby nieskuteczne [53, 54].

Po wybudzeniu dziecka, u którego wykorzystano techniki znieczuleń przewodowych, konieczna jest ocena skuteczności i zakresu działania danej blokady [55].

W okresie pooperacyjnym należy dokonać oceny stanu świadomości dziecka oraz ocenić natężenie bólu w celu rozważenia potrzeby podania kolejnej dawki środka prze-

ciwibólowego zaraz po zakończeniu znieczulenia. Ocenia się również zakres i jakość znieczulenia przewodowego. Na tej podstawie podejmuje się ostateczną decyzję o sposobie leczenia przeciwbólowego (weryfikacja planu ustalonego przed operacją). W kolejnych dobach pooperacyjnych postępowanie przeciwbólowe dostosowane jest do potrzeb chorego. Wszystkie potencjalnie bolesne zabiegi — na przykład zakładanie/usuwanie drenów, zakładanie dostępów dożylnych (obwodowych i centralnych), zakładanie dostępów dotętnicznych, zmiana opatrunku, uruchamianie chorego, fizjoterapia — powinny być wykonywane po dodatkowej dawce leków przeciwbólowych w celu łagodzenia tak zwanego bólu przebijającego [52, 53, 56].

Po zakończeniu leczenia ocenie podlega całość postępowania przeciwbólowego, zarówno przez rodziców, jak i personel medyczny (w formie ujednoliconego protokołu) [57].

W postępowaniu przeciwbólowym należy kierować się zasadą zapobiegania silnemu bólowi u dziecka, zamiast leczyć ból, który już wystąpił — czyli stosować analgezję z wyprzedzeniem (*preemptive analgesia*) lub tak zwaną analgezję prewencyjną (*preventive analgesia*) która, zastosowana przed, w trakcie lub po zabiegu, przynosi korzystne efekty rozciągające się poza czas działania podanych leków, zarówno wczesne (redukcja bólu i zapotrzebowania na analgetyki), jak i późne (zmniejszenie częstości występowania bólu przewlekłego) [67].

Analgetyki stosowane w dawkach pojedynczych należy podawać w stałych odstępach czasu, zgodnie z ich farmakokinetyką. Nie należy podawać leków przeciwbólowych drogą domięśniową — jest najmniej skuteczna, ponieważ nie zapewnia stałego stężenia analgetycznego we krwi, zaś uzyskiwane stężenia są trudne do przewidzenia. Dodatkowo, stanowi źródło niepotrzebnego bólu i stresu dla dziecka. Stosując wlew ciągły leku, należy zawsze brać pod uwagę ryzyko jego kumulacji.

Obecność rodziców w okresie pooperacyjnym jest czynnikiem wyraźnie łagodzącym dolegliwości bólowe dziecka, zmniejszającym zapotrzebowanie na środki analgetyczne i uspokajające [52, 56, 59].

Tabela 9. Dawkowanie NLPZ oraz tramadolu

Lek	Droga podaży	Dawka (mg kg mc. ⁻¹)	Odstępy między dawkami (h)	Dawka dobową mg kg mc. ⁻¹	Rejestracja w Polsce
Ibuprofen	Doustnie Doodbytniczo	5–10	6–8	30	od 3. mies.
Diclofenac	Doodbytniczo	1	8	3	od 14. rż. czopki > 2 lat
Tramadol	Doodbytniczo Dożylnie	1–2	4–6	8	> 1. rż.
Metamizol *	Doustnie Doodbytniczo Dożylnie	5–20 10 4	8 4–6		> 15. rż. * *

*stosowany u dzieci poniżej 15. roku życia w sytuacji braku skuteczności innych leków o podobnym działaniu zwłaszcza w podaży dożylny

FARMAKOTERAPIA BÓLU POOPERACYJNEGO

Doustne, doodbytnicze lub dożylnie podawanie NLPZ, paracetamolu oraz tramadolu przedstawiono w tabeli 9 [60–62].

Dożylnie podawanie nalbufiny u dzieci powyżej 18. miesiąca życia w dawce 0,1–0,2 mg kg mc.⁻¹ powinno odbywać się co 3–6 h [63].

Zasady podskórnego lub dożylnego podawania opioidów (np. morfiny), dożylnie we wstrzyknięciach pojedynczych lub wlewie ciągłym (między innymi morfina, fentanyl, tramadolu) oraz dawkowanie przedstawiono w tabeli 10 [52, 59].

Zewnątrzoponowo podaje się opioidy we wstrzyknięciach pojedynczych, we wlewie ciągłym.

Leki znieczulenia miejscowego (bupiwakainę, lidokainę) we wstrzyknięciach pojedynczych lub wlewie ciągłym podaje się zewnątrzoponowo, śródopłucnowo lub w okolicę spłotów nerwowych.

Odstawianie leków przeciwbólowych powinno odbywać się stopniowo i zgodnie z potrzebami chorego. Jeżeli opioidy były stosowane przez okres dłuższy niż 7 dni, to w przypadku ich nagłego odstawienia istnieje duże ryzyko rozwinięcia się u dziecka zespołu abstynencyjnego [60].

LECZENIE BÓLU U NOWORODKÓW I WCZEŚNIAKÓW

Noworodki i niemowlęta wymagają równie skutecznej analgezji, jak starsze dzieci, bez względu na to, czy po zabiegu operacyjnym stosowana jest u nich wentylacja zastępcza czy też nie. Metody analgezji u dzieci poniżej

Tabela 10. Dawki analgetyków opioidowych stosowanych w infuzji dożylny u dzieci (> 3. mż.)

Analgetyk opioidowy	Dawka
Morfina	0,04–0,06 mg kg mc. ⁻¹ h ⁻¹
Fentanyl	0,002–0,004 mg kg mc. ⁻¹ h ⁻¹
Tramadol*	0,07–0,25 mg kg mc. ⁻¹ h ⁻¹

*u dzieci > 1. rż.

Tabela 11. Dawkowanie paracetamolu według *Association of Paediatric Anesthesiologists of Great Britain and Ireland*

Wiek/mc.	Droga podania	Dawka nasycająca (mg kg mc. ⁻¹)	Dawka podtrzymująca (mg kg mc. ⁻¹)	Odstęp między dawkami (h)	Maksymalna dawka dobową (mg kg mc. ⁻¹)	Czas stosowania maksymalnej dawki dobowej (h)
28–32 Hbd	Doustnie	20	10–15	8–12	30	48
	Doodbytniczo	20	15	12		
33–52 Hbd	Doustnie	20	10–15	6–8	60	48
	Doodbytniczo	30	20	8		
> 3 mies.	Doustnie	20–30	15	4–6	90	48
	Doodbytniczo	30–40	15–20	6–8		
Noworodki donoszone i dzieci o masie ciała do 10 kg	Dożylnie	–	7,5	4–6	30	48
Dzieci o masie ciała 10–50 kg	Dożylnie		15	4–6	60	48
Dzieci o masie ciała powyżej 50 kg	Dożylnie		1 g	4–6	4 g	48

Dawki doustne/doodbytnicze zalecane przez producentów wynoszą zwykle 10–15 mg kg mc.⁻¹ co 4–6 h do 60–65 mg kg mc.⁻¹ doba⁻¹ (maks. dobową dawką całkowitą 4 g). Dawka nasycająca — opcjonalnie (tylko w razie konieczności) musi być wliczona w dawkę dobową (całkowitą). Nigdy nie należy przekraczać dawki 60 mg kg mc.⁻¹ doba⁻¹ u dzieci do 3. mż. oraz 90 mg kg mc.⁻¹ doba⁻¹ (maks. dawka dobową 4 g) u dzieci powyżej 3. mż. Dawki powyżej 60 mg kg mc.⁻¹ doba⁻¹ nie należy stosować dłużej niż 48 h.

3. miesiąca życia wymagają odpowiedniej modyfikacji. Uzupełnieniem leków analgetycznych w tej grupie chorych są leki sedacyjne, stosowane najczęściej u noworodków i małych niemowląt wymagających budzenia i monitorowania w warunkach OIT [64].

1. Opioidy — podawane dożylnie stanowią podstawę analgezji i sedacji we wczesnym okresie pooperacyjnym; w praktyce najczęściej stosowane są: morfina, sufentanyl i fentanyl [58]:

- u niektórych noworodków i małych niemowląt opioidy mogą zapewnić wystarczającą sedację bez konieczności stosowania leków ograniczających świadomość (sedacyjnych); w celu zmniejszenia ryzyka działań niepożądanych (hipotensja, bradykardia, mioklonie, sztywność klatki piersiowej) należy podawać powoli minimalną skuteczną dawkę leku;
- dawka leku powinna być modyfikowana po stabilizacji stanu chorego, co około 12 godzin;
- u dzieci niestabilnych krążeniowo, w tym dzieci
- z niezamkniętą klatką piersiową (otwartym mostkiem) lub nadciśnieniem płucnym, preferowany jest wlew sufentanylu — zakres dawkowania 0,05–2 mcg kg mc.⁻¹ h⁻¹ + bolusy 0,05–0,5 mcg kg mc.⁻¹;
- alternatywę stanowi wlew fentanylu — w dawce: 1–5–10 mcg kg mc.⁻¹ h⁻¹ + bolusy 0,5–2 mcg kg mc.⁻¹ [65],
- u pozostałych noworodków i niemowląt można stosować morfinę w dawkach frakcjonowanych 25–50–100 mcg kg mc.⁻¹; proponowane dawkowanie — od dawek mniejszych, powtarzanych w razie potrzeby

co 5–10 min, do łącznej dawki 100–200 µg mcg kg mc.⁻¹ lub we wlewie — rozpoczynając od 10 mcg kg mc.⁻¹ h⁻¹ i w razie potrzeby zwiększając stopniowo do 40 mcg kg mc.⁻¹ h⁻¹ (możliwe podawanie dodatkowych bolusów w dawce 5–25 mcg kg mc.⁻¹).

Uwaga: dawki frakcjonowane należy podawać wolno — przez kilka minut.

2. Paracetamol — podawany jest w stałym zleceniu, doodbytniczo, dożylnie lub doustnie u wszystkich dzieci z wyjątkiem niestabilnych krążeniowo z cechami małego rzutu serca [62, 66]:

- należy podać pojedynczą dawkę nasycającą wliczoną w dawkę dobową,
- nie wolno przekraczać maksymalnej dawki dobowej dla danego wieku i masy ciała,
- dawka dobową paracetamolu powinna być zredukowana po 48 godzinach,
- dawkowanie według *Association of Paediatric Anesthesiologists of Great Britain and Ireland* (APA) przedstawiono w tabeli 11.

PODSUMOWANIE

Opieka okołoperacyjna nad noworodkiem i dzieckiem do 3. roku życia jest dla zespołu anestezjologicznego szczególnie trudna i wymagająca ze względu na liczne problemy wynikające ze specyfiki okresu noworodkowego, patofizjologii wielu wad i chorób odrębnych dla dzieci w tym wieku, możliwych powikłań śród- i pooperacyjnych oraz specyficznych zagadnień związanych z poszczególnymi zabiegami

chirurgicznymi (np. krążenie pozaustrojowe stosowane w operacjach wad serca). Większość standardów opieki pooperacyjnej nad noworodkiem i niemowlęciem, stosowanych w poszczególnych ośrodkach, opiera się nie tylko na rozległej wiedzy medycznej, ale również na wieloletnim doświadczeniu, ponieważ liczba dobrze udokumentowanych badań w tej grupie chorych jest ograniczona.

KONFLIKT INTERESÓW

Praca powstała przy współpracy AbbVie Polska.

Piśmiennictwo:

- Piotrowski A: Guidelines for safe paediatric anaesthesia of the Committee on Quality and Safety in Anaesthesia, Polish Society of Anaesthesiology and Intensive Therapy. *Anaesthesiol Intensive Ther* 2010; 42: 160–166.
- Von Ungern-Sternberg B, Boda K, Chambers NA, et al.: Risk assessment for respiratory complications in paediatric anaesthesia: a prospective cohort study. *Lancet* 2010; 4: 773–783.
- Von Ungern-Sternberg B, Habre W: Pediatric anesthesia — potential risks and their assessment: part II. *Paediatr Anaesth* 2007; 17: 311–320.
- Paterson N, Waterhouse P: Risk in pediatric anesthesia. *Paediatr Anaesth* 2011; 21: 848–857.
- Kakavouli A, Guohua LI, Carson MP: Intraoperative reported adverse events in children. *Paediatr Anaesth* 2009; 19: 732–739.
- Fleming P, Richards S, Waterman K, et al.: Medical retrieval and needs of infants with bronchiolitis: An analysis by gestational age. *J Pediatr* 2013; 42: 227–231.
- O'Shea M, Shah B, Fichorova RN, et al.: Inflammation-initiating illnesses, inflammation-related proteins, and cognitive impairment in extremely preterm infants. *Brain Behav Immun* 2013; 29: 104–112.
- Ages & Stages. Corrected Age For Premies. *Newborn Intensive Care: What Every Parent Needs to Know*, 3rd Edition, (Copyright © 2009 American Academy of Pediatrics).
- Finucane BT, Ban C, Santora A: Anatomy of the Airway. Principles of airway management. *Finucane BT, et al. (ed.): Springer New York Dordrecht Heidelberg London* 2011; 1–25.
- Ban CH, Tsui MD: Physiological considerations related to the pediatric airway. *Can J Anaesth* 2011; 58: 476–477.
- Hatch D, Sumner E, Hellmann J: Perinatal physiology and medicine. In: *Arnold E (ed.): The surgical neonate: anaesthesia and intensive care*. Boston: Edward Arnold Group 1995; 1–2–3: 1–144
- Popczyńska-Markowa M: Diagnostyka chorób układu krążenia u dzieci. In: *Kubicka K, Kawalec W (ed.): Kardiologia dziecięca*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2003, t. 1, rozdz. 6, 97–99.
- Futata EA, Fusaro AE, de Brito CA, et al.: The neonatal immune system: immunomodulation of infections in early life. *Expert Rev Anti Infect Ther* 2012; 10: 289–298.
- Krane EJ, Davis PJ, Kain ZN: Preoperative preparation. In: *Motoyama EK (ed.): Smith anesthesia for infants and children*. Elsevier 2011; 277–292.
- Zielińska M: Anestezja dziecięca. In: *Mayzner-Zawadzka E (ed.): Anestezjologia kliniczna z elementami intensywnej terapii i leczenia bólu*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL 2009; 395–453.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 grudnia 2012 r. w sprawie standardów postępowania medycznego w dziedzinie anestezjologii i intensywnej terapii dla podmiotów wykonujących działalność leczniczą. *Dz.U.* 13.15.2013.
- Short JA, Malik D: Preoperative assessment and preparation for anaesthesia in children. *Anaesth Intensive Care* 2009; 10: 489–494.
- An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Committee on Standards and Practice Parameters. Practice Guidelines for Preoperative Fasting and the Use of Pharmacologic Agents to Reduce the Risk of Pulmonary Aspiration: Application to Healthy Patients Undergoing Elective Procedures. *Anesthesiology* 2011; 114: 495–511.
- Cook-Sather SD, Gallagher PR, Kruger LE: Overweight/Obesity and Gastric Fluid Characteristics in Pediatric Day Surgery: Implications for Fasting Guidelines and Pulmonary Aspiration Risk. *Anesth Analg* 2009; 3: 727–736.
- Brady MC, Kinn S, Ness V, et al.: Preoperative fasting for preventing perioperative complications in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2009; 7 (4).
- Reddy SV: Effect of general anesthetics on the developing brain. *JOACP* 2012; 28: 6–10.
- Istaphanous G, Howard J, Nan X, et al.: Comparison of neuroapoptotic properties of equipotent anesthetic concentrations of desflurane, isoflurane or sevoflurane in neonatal mice. *Anesthesiology* 2011; 114: 578–587.
- Liu JR, Liu Q, Li J, et al.: Noxious stimulation attenuates ketamine-induced neuroapoptosis in the developing rat brain. *Anesthesiology* 2012; 117: 64–71.
- Mellon RD, Simone A F, Rappaport BA: Use of anesthetic agents in neonates and young children. *Anesth Analg* 2007; 104: 509–520.
- Wang C, Slikker W: Strategies and experimental models for evaluating anesthetics: effects on the developing nervous system. *Anesth Analg* 2008; 106: 1643–1658.
- Loepke AW, Soriano SG: An assessment of the effects of general anesthetics on developing brain structure and neurocognitive function. *Anesth Analg* 2008; 106: 1681–1707.
- Rawicz M: Wskazania do intubacji dotchawiczej. *Med Wieku Rozwoj* 2008; 4: 851–856.
- Heinrich S, Birkholz T, Ihmsen H: Incidence and predictors of difficult laryngoscopy in 11.219 pediatric anesthesia procedures. *Paediatr Anaesth* 2012; 22: 729–736.
- Sale SM, Read JA, Stoddart PA, Wolf AR: Prospective comparison of sevoflurane and desflurane in formerly premature infants undergoing inguinal herniotomy. *Br J Anaesth* 2006; 96: 774–778.
- Lacrosse D, Pirotte T, Veyckemans F: Caudal block and light sevoflurane mask anesthesia in high-risk infants: an audit of 98 cases. *Ann Fr Anesth Reanim* 2012; 31: 29–33.
- Yu L, Sun H, Yao L, Feng Y, Yang B: Comparison of effective inspired concentration of sevoflurane in preterm infants with different post-conceptual ages. *Paediatr Anaesth* 2011; 21: 148–152.
- Wolf AR, Lawson RA, Dryden CM, Davies FW: Recovery after desflurane anaesthesia in the infant: comparison with isoflurane. *Br J Anaesth* 1996; 76: 362–364.
- Penido MG, de Oliveira Silva DF, Tavares EC, Silva YP: Propofol versus midazolam for intubating preterm neonates: a randomized controlled trial. *J Perinatol* 2011; 31: 356–360.
- Welzing L, Oberthuer A, Junghaenel S, Harnischmacher U, Stützer H, Roth B: Remifentanyl/midazolam versus fentanyl/midazolam for analgesia and sedation of mechanically ventilated neonates and young infants: a randomized controlled trial. *Intensive Care Med* 2012; 38: 1017–1024.
- Schmidt B, Adelmann C, Stützer H, Welzing L, Hünsele C, Kribs A, Roth B: Comparison of sufentanil versus fentanyl in ventilated term neonates. *Klin Padiatr* 2010; 222: 62–66.
- Sammartino M, Garra R, Sbaraglia F, De Riso M, Continolo N, Papacci P: Experience of remifentanyl in extremely low-birth-weight babies undergoing laparotomy. *Pediatr Neonatol* 2011; 52: 176–179.
- Penido MG, Garra R, Sammartino M, Pereira, Silva Y: Remifentanyl in neonatal intensive care and anaesthesia practice. *Acta Paediatr* 2010; 10: 1454–1463.
- Piotrowski A: Płynoterapia w okresie okołoperacyjnym u dzieci. *Standardy Medyczne Pediatria* 2009; 7: 1166–1170.
- Murat I, Dubois MC: Perioperative fluid therapy in pediatrics. *Paediatr Anaesth* 2008; 18: 363–370.
- Moritz ML, Ayuus JC: Prevention of hospital acquired hyponatraemia: a case for using isotonic saline in maintenance fluid therapy. *Pediatrics* 2003; 111: 227–230.
- Hoorn EJ, Geary DG, Robb M, Halperin ML, Bohn D: Acute hyponatraemia related to intravenous fluid administration in hospitalized children: an observational study. *Pediatrics* 2004; 113: 1279–1284.
- Paut O, Remond C, Laquier P, Fortier G, Camboulives J: Severe hyponatraemicencephalopathy after pediatric surgery: a report of seven cases and recommendations for the management and prevention. *Ann Fr Anesth Reanim* 2000; 19: 467–473.
- Sümpelmann R, Becke K, Crean P, et al.: European consensus statement for intraoperative fluid therapy in children. *Eur J Anaesthesiol* 2011; 28: 637–639.
- Lönnqvist PA: Inappropriate perioperative fluid management in children: time for a solution?! *Paediatr Anaesth* 2007; 17: 203–205.
- Way C, Dhamrait R, Wade A, Walker I: Perioperative fluid therapy in children: a survey of current prescribing practice. *Br J Anaesth* 2006; 97: 371–379.

46. Stephenson T: Infusions in children. *The Royal College of Anaesthetists Bulletin* 2003; 18: 909–910.
47. Zielińska M, Zieliński S: Co nowego w plynoterapii okołoperacyjnej u dzieci? *Sepsis* 2012; 5: 17–20.
48. Thong SY, Lim SL, Ng AS: Retrospective review of ilioinguinal-iliohypogastric nerve block with general anesthesia for herniotomy in ex-premature neonates. *Paediatr Anaesth* 2011; 21: 1109–1113.
49. Howard R, Carter J, Curry J, Morton N, et al.: Good practice in postoperative and procedural pain management. *Paediatr Anaesth* 2008; 18 (Suppl. 1) 1–79.
50. Howard R: Good practice in postoperative and procedural pain management 2nd Edition 2012. *Paediatr Anaesth* 2012; 22 (Suppl. 1) 1–79.
51. Shum S, Lim J, Pape T, et al.: An audit of pain management following pediatric day surgery at British Columbia Children's Hospital. *Pain Res Manage* 2012; 17: 328–334.
52. Kobylarz K: Sufentanyl w anestezjologii i intensywnej terapii dziecięcej. *Postępy znieczulenia w chirurgii jednego dnia*. α-Medica Press 2009; 43–46.
53. Ceelie I, de Wildt SN, de Jong M, et al.: Protocolized post-operative pain management in infants; do we stick to it? *Eur J Pain* 2012; 16: 760–766.
54. Babita G, Jeetinder KM, Jyotsna W: Postoperative pain assessment in preverbal children and children with cognitive impairment. *Paediatr Anaesth* 2008.
55. Holford NHG, Ma SC, Anderson BJ: Prediction of morphine dose in humans. *Paediatr Anaesth* 2011; 22: 209–222.
56. Kobylarz K, Szlachta-Jeziorno I: Ból u dzieci. In: *Wordliczek J, Dobrogowski J, (ed.): Leczenie bólu*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL 2011: 423–457.
57. Morton NS: The pain-free ward: myth or reality. *Paediatr Anaesth* 2012; 22: 527–529.
58. Allegaert K, Tibboel D, van den Anker J: Pharmacological treatment of neonatal pain: In search of a new equipoise. *Semin Fetal Neonatal Med* 2013; 18: 42–47.
59. Kobylarz K: Opioidy w chirurgii jednego dnia. *Postępy znieczulenia w chirurgii jednego dnia*. α-Medica Press 2013; 146–157.
60. Michelet D, Andreu-Gallien J, Bensalah T, et al.: A meta-analysis of the use of nonsteroidal antiinflammatory drugs for pediatric postoperative pain. *Anesth Analg* 2012; 114: 393–406.
61. Standing JF, Tibboel D, Korpela R, Olkkola KT: Diclofenac pharmacokinetic meta-analysis and dose recommendations for surgical pain in children aged 1–12 years. *Paediatr Anaesth* 2011; 21: 316–324.
62. Wilson-Smith EM, Morton NS: Survey of *i.v.* paracetamol (acetaminophen) use in neonates and infants under 1 year of age by UK anesthetists. *Paediatr Anaesth* 2009; 19: 329–337.
63. Bressolle F, Khier S, Rochette A, et al.: Population pharmacokinetics of nalbuphine after surgery in children. *Br J Anaesth* 2011; 106: 558–565.
64. Sinno HP, Simons AB, Anand KJS: Pain control: opioid dosing, population kinetics and side-effects. *Semin Fetal Neonatal Med* 2006; 11: 260–267.
65. Yaster M, Koehler RC, Trystman RJ: Effects of fentanyl on peripheral and cerebral hemodynamics in neonatal lambs. *Anesthesiology* 1997; 66: 524–530.
66. Anderson BJ, Allegaert K: Intravenous neonatal paracetamol dosing: the magic of 10 days. *Paediatr Anaesth* 2009; 19: 289–295.
67. Macintyre PE, Schug SA, Scott DA, Visser EJ, Walker SM; APM; SE Working Group of the Australian and New Zealand College of Anaesthetists and Faculty of Pain Medicine (2010), *Acute pain management: scientific evidence* (3rd edition), ANZCA & FPM, Melbourne.

Adres do korespondencji:

dr n. med. Małgorzata Manowska
 Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii
 Instytut-Pomnik Centrum Zdrowia Dziecka
 Aleja Dzieci Polskich 20, 04–730 Warszawa
 e-mail: m.manowska@czd.pl